

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **09311112 A**

(43) Date of publication of application: **02 . 12 . 97**

(51) Int. Cl.

G01N 23/225
G01N 23/18
H01L 21/66
// H01J 37/28

(21) Application number: **08127405**

(71) Applicant: **NIKON CORP**

(22) Date of filing: **22 . 05 . 96**

(72) Inventor: **NAKASUJI MAMORU**

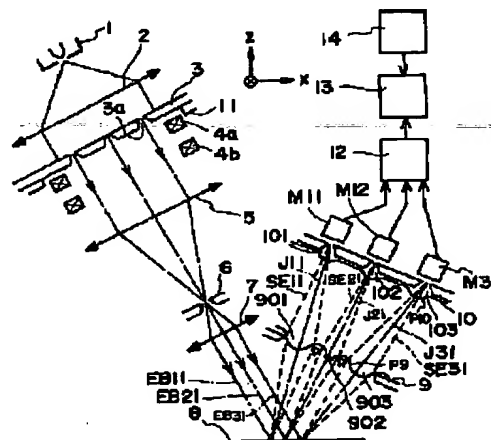
(54) **DEFECT INSPECTION DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a mask inspection device by which the defect in the pattern of a sample can be quickly and accurately inspected.

SOLUTION: A plurality of electron beams EB11 to EB31 formed by a mask 3 are simultaneously scanned on the region corresponding to a plurality of regions of a sample 8 by means of deflectors 4a and 4b, and the secondary electrons SE11 to SE31 from the sample 8 are introduced to detectors M11 to M31 by means of a multilens 9 having lens apertures 901, 902, and 903 so as to be detected respectively. As a result, the pattern in a plurality of regions of the sample 8 can be simultaneously inspected.

COPYRIGHT: (C)1997,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-311112

(43) 公開日 平成9年(1997)12月2日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 N	23/225		G 0 1 N 23/225	
	23/18		23/18	
H 0 1 L	21/66		H 0 1 L 21/66	J
// H 0 1 J	37/28		H 0 1 J 37/28	Z

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平8-127405

(22) 出願日 平成8年(1996)5月22日

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 中筋 護

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

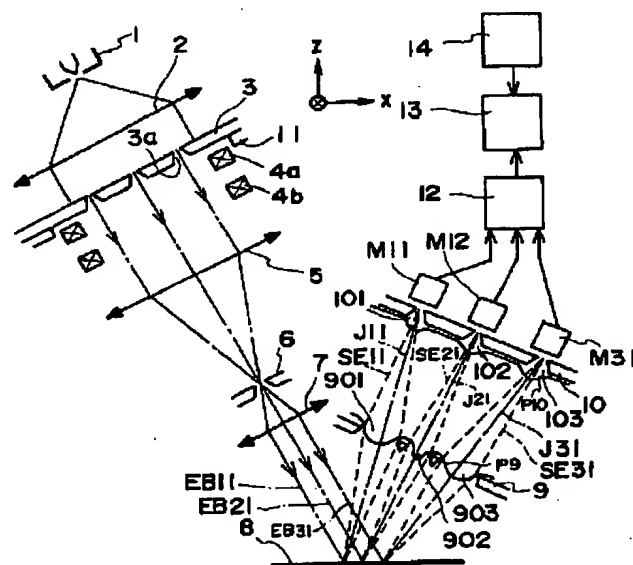
(74) 代理人 弁理士 永井 冬紀

(54) 【発明の名称】 欠陥検査装置

(57) 【要約】

【課題】 試料のパターンの欠陥を高速かつ高精度に検査することができるマスク検査装置の提供。

【解決手段】 マスク3で形成された複数の電子ビームEB11～EB31を偏向器4a、4bによって試料8の複数の領域の対応する領域上で同時に走査し、試料8からの2次電子SE11～SE31をレンズアパーチャ901、902、903を有するマルチレンズ9で検出器M11～M31に導いてそれぞれ検出する。その結果、試料8の複数の領域のパターンを同時に検査することができる。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の荷電粒子線を試料上で走査し、試料からの電子を各荷電粒子線ごとに検出して試料上のパターンの欠陥を検査することを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項2】 パターンが形成された試料に荷電粒子線を照射し、前記試料からの電子を検出することにより前記パターンの欠陥を検出する欠陥検査装置において、複数の荷電粒子線を形成するビーム形成手段と、前記荷電粒子線の各々を、前記試料に設けられた複数の領域の対応する領域上で同時に走査する荷電粒子線偏向器と、前記試料からの電子をそれぞれ検出する検出器を有するマルチ検出装置と、前記試料からの電子を前記検出器にそれぞれ導く複数の電子レンズを有するマルチ電子レンズ装置とを備えることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項3】 請求項1または2に記載の欠陥検査装置において、前記荷電粒子線の前記試料への入射方向と試料面の法線方向とが異なるとともに、前記試料面に入射する荷電粒子線の入射軸に対して鏡面反射条件を満たす軸上またはその近傍に前記検出器をそれぞれ設けたことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項4】 請求項3に記載の欠陥検査装置において、前記ビーム形成手段は複数の孔を有する基板とし、前記複数の孔から前記試料面までの前記荷電粒子線の光路長が全て等しくなるように、前記複数の孔の光軸方向の位置をずらしたことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項5】 請求項3に記載の欠陥検査装置において、前記ビーム形成手段は、複数の孔を有する基板と、この基板を保持する保持台とを有し、前記複数の孔から前記試料面までの前記荷電粒子線の光路長が全て等しくなるように、前記保持台が前記基板を前記試料面に対して傾けて保持するように構成されていることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載の欠陥検査装置において、前記複数の電子レンズを前記試料上の荷電粒子照射点を中心とする第1の球面上にそれぞれ配置し、前記複数の検出器を前記第1の球面と同心で前記第1の球面より大なる半径を有する第2の球面上にそれぞれ配置したことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項7】 請求項1～5のいずれかに記載の欠陥検査装置において、前記複数の電子レンズは第1の電位が印加された非磁性金属板に形成された複数のレンズアパーチャであって、この複数のレンズアパーチャと前記複数の検出器との間

2

に、前記第1の電位より高い第2の電位が印加され、前記各レンズアパーチャを通過した電子のうち所定領域の電子を前記各検出器に導くためのマルチ開口板を備えることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項8】 請求項7に記載の欠陥検査装置において、前記複数のレンズアパーチャを前記試料上の荷電粒子照射点を中心とする第1の球面上にそれぞれ配置し、前記マルチ開口板に形成された複数の開口を前記第1の球面と同心で前記第1の球面より大なる半径を有する第2の球面上にそれぞれ配置し、前記複数の検出器を前記第2の球面と同心で前記第2の球面より大なる半径を有する第3の球面上にそれぞれ配置したことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項9】 請求項8に記載の欠陥検査装置において、前記試料面に入射する荷電粒子線の入射軸に対して鏡面反射条件を満たす軸と、前記試料上の荷電粒子線照射点と前記レンズアパーチャの中心とを通る軸との成す角が大きいほど、前記レンズアパーチャの開口面積を大きくしたことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項10】 請求項1～9のいずれかに記載の欠陥検査装置において、前記マルチ電子レンズ装置を通過した電子をそれぞれを偏向する電子偏向器と、前記検出器の各々に前記電子が各々入射するように、前記荷電粒子線偏向器の偏向に同期して前記電子偏向器を制御する制御手段とを備えることを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項11】 請求項10に記載の欠陥検査装置において、前記電子レンズ装置と前記電子偏向器との間に、前記電子偏向器の電場を遮蔽するシールドを設けたことを特徴とする欠陥検査装置。

【請求項12】 請求項2～11のいずれかに記載の欠陥検査装置において、前記ビーム形成手段によって形成される複数の荷電粒子線の配列分布は、前記試料の照射面までの光路長が変化する第1の方向に結像される荷電粒子線の数が、前記第1の方向と直交する第2の方向に結像される荷電粒子線の数より小であることを特徴とする欠陥検査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、マスクやレチクルあるいはウエハ（以下、これらを試料と呼ぶ）上回路パターンの欠陥を高速かつ高精度に検査することができる欠陥検査装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の検査装置では、細く絞った電子線等のプローブで試料上を走査して試料から発生する2次

電子を検出器で検出し、検出器からの信号を処理することによってパターンの欠陥を検出している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来は試料上を走査するプローブが1本であるため、例えば、 $0.1\mu\text{m}$ 程度の欠陥を検出する場合には、プローブで試料全面を走査するのに長時間を要することになり、スループットが低いという欠点があった。一方、走査時間の短縮のために高速走査を行うと、検出器で得られる2次電子信号のS/N比が小さいため、誤検出が増加する10という問題点があった。

【0004】本発明の目的は、試料のパターンの欠陥を高速かつ高精度に検査することができるマスク検査装置を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】発明の実施の形態を示す図1～5に対応付けて説明する。

(1) 図1に対応付けて説明すると、請求項1の発明による欠陥検査装置は、複数の荷電粒子線E B11～E B31を試料8上で走査し、試料8からの電子S E11～S E3120を各荷電粒子線E B11～E B31ごとに検出して試料8上のパターンの欠陥を検査することによって上述の目的を達成する。

(2) 請求項1の発明は、パターンが形成された試料8に荷電粒子線E B11～E B31を照射し、試料8からの電子S E11～S E31を検出することにより前記パターンの欠陥を検出する欠陥検査装置に適用され、複数の荷電粒子線E B11～E B31を形成するビーム形成手段3と、荷電粒子線E B11～E B31の各々を、試料8に設けられた複数の領域の対応する領域上で同時に走査する荷電粒子線偏向器4 a、4 bと、試料8からの電子S E11～S E31をそれぞれ検出する検出器M11～M31を有するマルチ検出装置と、試料8からの電子S E11～S E31を検出器M11～M31にそれぞれ導く複数の電子レンズ9 0 1、9 0 2、9 0 3を有するマルチ電子レンズ装置9とを備えて上述の目的を達成する。30

(3) 図2に対応付けて説明すると、請求項3の発明は、請求項1または2に記載の欠陥検査装置において、荷電粒子線E B11～E B31の試料8への入射方向と試料面の法線方向とが異なるとともに、試料面に入射する荷電粒子線E B11～E B31の入射軸に対して鏡面反射条件を満たす軸A X21上に検出器M21を、軸A X11、A X31の近傍に検出器M11、M31をそれぞれ設けた。40

(4) 図3に対応付けて説明すると、請求項4の発明は、請求項3に記載の欠陥検査装置において、ビーム形成手段は複数の孔3 aを有する基板3とし、複数の孔3 aから試料面までの荷電粒子線E B11～E B31の光路長が全て等しくなるように、複数の孔3 aの光軸方向の位置をずらした。

(5) 請求項5の発明は、請求項3に記載の欠陥検査装50

置において、ビーム形成手段は、複数の孔3 aを有する基板3と、この基板3を保持する保持台1 1とを有し、複数の孔3 aから試料面までの荷電粒子線E B11～E B31の光路長が全て等しくなるように、保持台1 1が基板3を試料面に対して傾けて保持するように構成されている。

(6) 図5に対応付けて説明すると、請求項6の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の欠陥検査装置において、複数の電子レンズ1 8 1～1 8 3を試料8上の荷電粒子照射点を中心とする第1の球面上にそれぞれ配置し、複数の検出器M11～M31を第1の球面と同心で第1の球面より大なる半径を有する第2の球面上にそれぞれ配置した。

(7) 請求項7の発明は、請求項1～5のいずれかに記載の欠陥検査装置において、複数の電子レンズは第1の電位が印加された非磁性金属板に形成された複数のレンズアパーチャ1 8 1～1 8 3であって、この複数のレンズアパーチャ1 8 1～1 8 3と複数の検出器M11～M31との間に、第1の電位より高い第2の電位が印加され、各レンズアパーチャ1 8 1～1 8 3を通過した電子のうち所定領域の電子を各検出器M11～M31に導くためのマルチ開口板1 9を備える。

(8) 請求項8の発明は、請求項7に記載の欠陥検査装置において、複数のレンズアパーチャ1 8 1～1 8 3を試料8上の荷電粒子照射点を中心とする第1の球面上にそれぞれ配置し、マルチ開口板1 9に形成された複数の開口1 9 1～1 9 3を第1の球面と同心で第1の球面より大なる半径を有する第2の球面上にそれぞれ配置し、複数の検出器M11～M31を第2の球面と同心で第2の球面より大なる半径を有する第3の球面上にそれぞれ配置した。

(9) 図2に対応付けて説明すると、請求項9の発明は、請求項8に記載の欠陥検査装置において、試料面に入射する荷電粒子線E B11～E B31の入射軸に対して鏡面反射条件を満たす軸A X11～A X31と、試料8上の荷電粒子線照射点とレンズアパーチャ1 8 1～1 8 3の中心とを通る軸J 11～J 31との成す角が大きいほど、レンズアパーチャ1 8 1～1 8 3の開口面積を大きくした。

(10) 図4に対応付けて説明すると、請求項10の発明は、請求項1～9のいずれかに記載の欠陥検査装置において、マルチ電子レンズ装置9を通過した電子S E11～S E31をそれぞれを偏向する電子偏向器1 6と、検出器M11～N31の各々に電子S E11～S E31が各々入射するように、荷電粒子線偏向器1 5の偏向に同期して電子偏向器1 6を制御する制御手段1 7とを備える。

(11) 図5に対応付けて説明すると、請求項11の発明は、請求項10に記載の欠陥検査装置において、電子レンズ装置1 8と電子偏向器1 6との間に、電子偏向器1 6の電場を遮蔽するシールド2 0を設けた。

(12) 図2に対応付けて説明すると、請求項12の発

明は、請求項2～11のいずれかに記載の欠陥検査装置において、ビーム形成手段によって形成される複数の荷電粒子線E B11～E B36の配列分布は、試料8の照射面までの光路長が変化する第1の方向(x方向)に結像される荷電粒子線の数、第1の方向と直交する第2の方向(y方向)に結像される荷電粒子線の数より小である。

【0006】(1)請求項2の発明では、ビーム形成手段3で形成された複数の荷電粒子線E B11～E B31を荷電粒子線偏向器4 a, 4 bによって試料8の複数の領域10の対応する領域上で同時に走査し、試料8からの電子S E11～S E31を電子レンズ9 01, 9 02, 9 03を有するマルチ電子レンズ装置9で検出器M11～M31に導いてそれぞれ検出する。

(2)請求項3の発明では、荷電粒子線E B11～E B31の試料8への入射方向と試料面の法線方向とが異なり、斜に入射させる。

(3)請求項4の発明では、ビーム形成手段に形成された複数の孔3 aから試料面までの荷電粒子線E B11～E B31の光路長が全て等しい。

(4)請求項5の発明では、保持台11は、複数の孔3 aから試料面までの荷電粒子線E B11～E B31の光路長が全て等しくなるように基板3を試料面に対して傾けて保持する。

(5)請求項7の発明では、マルチ開口板19に複数のレンズアパーチャ181～183より高い電位が印加され設定されることにより、レンズアパーチャ181～183を通過した電子S E11～S E31は検出器M11～M31に導かれる。

(6)請求項9の発明では、電子S E11～S E31の放出30確率の小さな方向にあるレンズアパーチャ181～183ほどその開口面積を大きくした。そのため、検出器M11～M31に入射する電子量が平準化される。

(7)請求項10の発明では、マルチ電子レンズ装置9を通過した電子S E11～S E31をそれぞれを偏向する電子偏向器16と、検出器M11～N31の各々に電子S E11～S E31が各々入射するように、荷電粒子線偏向器15で荷電粒子線E B11～E B31を走査したときに、試料8からの電子S E11～S E31が検出器M11～N31の各々に入射するように、電子偏向器16が電子S E11～S E3140を偏向する。

(8)請求項11の発明では、シールド20は電子レンズ装置18に対する電子偏向器16の電場を遮蔽する。

【0007】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が発明の実施の形態に限定されるものではない。

【0008】

【発明の実施の形態】以下、図1～図5を参照して本発明の実施の形態を説明する。

—第1の実施の形態—

図1は本発明に係る欠陥検査装置の第1の実施の形態を説明する図であり、装置の主要部を示している。電子銃1から放出された電子線はコンデンサレンズ2で光軸に平行なビームにされ、保持台11により保持されたマスク3に照射される。マスク3には複数の孔3 aが形成されている。本実施の形態では、1 μ m角の孔がピッチ1 mmで図のy軸方向に6行、y軸と直交する方向に3列設けられている。電子線がマスク3に照射されると、孔3 aを通過した電子により18本の電子ビームE B11～E B36が形成される。なお、図1では紙面と同一面上に形成される3本の電子ビームE B11, E B21およびE B31のみ示し、以下ではこの3本のビームにより説明する。

【0009】マスク3により形成された電子ビームE B11～E B31は、レンズ5, 7によって試料8上に結像される。6はアパーチャ、4 a, 4 bは電子ビームE B11～E B31を同時偏向する偏向器であり、偏向器4 a, 4 bにより電子ビームE B11～E B31が試料8上においてラスト走査される。S E11, S E21, S E31は試料8の電子ビームE B11, E B21, E B31の照射点から放出される2次電子であって、マルチレンズ9のレンズアパーチャ9 01, 9 02, 9 03を通過するものである。レンズアパーチャ9 01～9 03を通過した2次電子S E11～S E31はそれぞれマルチ開口板10の開口101～103を通過した後、電子増倍管等の検出器M11～M31によって検出される。マルチレンズ9およびマルチ開口板10は、偏向器4 a, 4 bの電圧がゼロのときに電子ビームE B11の照射点、レンズアパーチャ9 01の中心および開口101の中心が同一軸J11上に配置されるように構成されている。同様に、レンズアパーチャ9 02および開口102は軸J21上に、レンズアパーチャ9 03および開口103は軸J31上にそれぞれ配置されている。また、マルチレンズ9およびマルチ開口板10は、軸J21を法線とする平面部材であって、アルミや銅などの非磁性金属から成る。検出器M11～M31からの信号は信号処理回路12で処理されるとともに、比較回路13でパターンに関する参照データと比較されて欠陥が検出される。14は参照データを予め記憶しておく記憶部である。

【0010】マルチレンズ9およびマルチ開口板10にはそれぞれ電圧V9, V10 ($V9 < V10$) が印加されており、また、マルチレンズ9の電位は試料8の電位より高く設定されている。電圧V9およびV10は、エネルギー2 eVの2次電子に対して試料8とレンズアパーチャ9 01～9 03とが共役関係になるように調整されている。P9およびP10はマルチレンズ9とマルチ開口板10の開口付近の等ポテンシャル面の概略を示したものであり、それぞれ試料8側に凸になっている。そのため、レンズアパーチャ9 01～9 03および開口10

1～103は2次電子に対して凸レンズとして作用する。レンズアパーチャ901～903は、より大量の2次電子を検出器M11～M31に集めることができるように開口面積が大きく設定されるが、上述したように凸レンズ作用を有して2次電子が開口101～103の中心に集束されるため、開口101～103の面積はレンズアパーチャ901～903に比べて小さい。

【0011】このように、試料8からマルチ開口板10にかけて電位が増加するとともに、レンズアパーチャ901～903および開口101～103が凸レンズとして作用するため、試料8から放出される2次電子を効率良く検出器M11～M31で検出することができる。また、開口101～103の面積は小さく互いに離れているため、例えば隣接する電子ビームEB21によって発生した2次電子SE21が検出器M11やM31に入射する確率が非常に小さくなり、S/N比が向上する。

【0012】さらに、レンズアパーチャ902の面積に比べレンズアパーチャ901、903の面積の方が大きくなるように設定されている。図2(a)は、この面積の違いを説明するための図であり、電子ビームEB11、*20

$$(\omega_{11} \cdot \cos \theta_{11}) : \omega_{21} : (\omega_{31} \cdot \cos \theta_{31}) \cdots (1)$$

となる。そこで、本実施の形態では、レンズアパーチャ901、903の立体角 ω_{11} 、 ω_{31} を

$$\text{【数2】 } \omega_{11} = \omega_{21} / \cos \theta_{11} \cdots (2)$$

$$\omega_{31} = \omega_{21} / \cos \theta_{31} \cdots (3)$$

と設定する。その結果、レンズアパーチャ901および903に入射する2次電子の量、すなわち検出器M11およびM31に入射する2次電子量は、鏡面反射方向に配置された検出器M21に入射する2次電子量と同程度となり、検出効率が向上する。なお、開口901～903に入射する2次電子量は、必ずしも角度 θ だけに依存するとは限らないので、立体角 ω_{11} 、 ω_{31} としては式(2)、(3)に限らない。

【0014】電子ビームを試料に垂直に照射して2次電子を検出する場合には、検出器は照射点に対して斜方向に配置せざるを得ないため、検出器等を配設するスペースが小さくなるとともに、検出できる2次電子量が小さくなるという欠点を有する。しかし、本実施の形態のように電子ビームを斜に照射する場合には、検出器等を配設するスペースが垂直照射に比べて広がるため、より多数の検出器を設けることができるとともに、検出器を鏡面反射条件を満たす方向またはその近傍に配置することができる。そのため、垂直照射に比べて2次電子量が増えてS/N比が向上し、走査速度を速くすることも可能となる。

【0015】図2(b)は試料8上に結像された18の電子ビームEB11～EB36を示しており、試料8をレンズ7側から見た図である。レンズ5、7の縮小率を1/10とすると、試料8上に結像された電子ビームEB11～EB36は、大きさが0.1 μ m角でピッチが100 μ

*EB21、EB31が試料8に入射する部分の拡大図である。電子ビームが試料に照射されたときに発生する2次電子は、「cos法則」に従って放出される。例えば、電子ビームを試料に垂直に照射した場合には、試料の法線方向に放出される確率が一番大きく、法線からの角度が大きくなるにつれて小さくなる。試料法線からの角度を θ 、試料上の照射点を中心とした立体角を ω とすると、2次電子放出量は $\omega \cos \theta$ に比例する。本実施の形態では、電子ビームEB11～EB31を試料8の面に対して斜に入射させるため、電子ビームEB11～EB31の入射方向と鏡面反射の関係にある軸AX11、AX21、AX31の方向に放出される確率が一番大きい。

【0013】図2(a)において、 θ_{11} は軸AX11と軸J11との成す角、 θ_{31} は軸AX31と軸J31との成す角であり、 ω_{11} 、 ω_{21} および ω_{31} はレンズアパーチャ901、902および903の立体角である。なお、軸AX21およびJ21は一致している。そのため、各レンズアパーチャ901～903に入射する2次電子量の比は、

【数1】

mとなる。ただし、試料8はレンズ5、7の光軸に対して垂直ではないので、x軸方向の寸法は正確には0.1 μ m、100 μ mではないが、ここでは説明を簡単にするために、0.1 μ m、100 μ mとして考える。偏向器4a、4bの偏向量を試料8上でx、y方向にそれぞれ100 μ mとすると、試料8上において300.1 μ m \times 600.1 μ m角の領域が同時に走査される。その後、試料8をxまたはy方向に移動して同様の走査を行う。このような走査を繰り返すことにより、試料8の全領域を検査することができる。このように、複数の電子ビームEB11～EB36で試料8上の異なる領域を同時に検査することができるため、従来のように1本の電子ビームで検査する場合に比べて、検査時間を大幅に短縮することができる。

【0016】本実施の形態では、試料8の法線がレンズ5、7の光軸に対して傾いているため、光軸から離れた位置の電子ビームEB11、EB31にボケが生じる。そのため、図2(b)に示すようにレンズ7と試料8との距離が変化するx軸方向のビーム数を少なくしてz方向の位置ずれが焦点深度内に納まるようにしている。なお、本実施の形態では、電子ビームEB11～EB31を試料8に対して斜に入射しているが、垂直入射であってもよい。その場合、斜入射による効果を除く他の効果、すなわち、複数の電子ビームを用いることによる検査時間の短縮、レンズアパーチャ901～903の大きさを周辺部ほど大きくすることによるS/N比の向上を同様に図ることができる。

【0017】—第2の実施の形態—

図3は本発明に係る欠陥検査装置の第2の実施の形態を

説明する図である。図3の装置において、図1と同一部分には同一の符号を付した。なお、同一部分である2次電子検出系（マルチレンズ9，検出器M11～M31等）については説明に不要なため省略して示した。第1の実施の形態で述べたように、電子ビームEB11～EB31を試料8の面に対して斜に照射しているため、レンズ7から試料8の照射点までの距離が電子ビームによってそれぞれ異なる。そのため、本実施の形態の装置では、この像側の距離に対応するように物側の距離、すなわちレンズ5からマスク301の開口301aまでの距離が設定されている。その結果、全ての電子ビームに関して、開口301aから試料8面までの光路長が等しくなる。図3

(a)のマスク301では各開口301aを図のような階段状に形成することによって光路長が等しくなるように構成され、一方、図3(b)のマスク302の場合には、保持台110が平面状のマスク302をレンズ5に対して斜に保持することによって光路長が等しくなるように構成されている。マスク302の場合、試料8上に円形の電子ビームを得ようとする場合には、開口302aを楕円形状にすればよい。

【0018】図3(a)に示すように、電子ビームEB11およびEB21に関して、レンズ7から試料8までの距離の差が Δz であった場合、レンズ5，7の縮小率を $1/M$ ならば、電子ビームEB11を形成する開口と電子ビームEB21を形成する開口との段差は $M\Delta z$ となる。すなわち、レンズ7から試料8までの距離が Δz だけ小さくなったなら、レンズ5から開口301aまでの距離を $M\Delta z$ だけ小さくする。マスク302の場合も同様である。

【0019】このように、試料8の傾きに応じて開口301aのz軸方向の距離を変えることによって、電子ビームの全てに対して合焦条件を満たすようにすることができ、試料8上でのビームのボケを抑えることができる。また、図2(b)に示したように、y軸方向の電子ビームの数はx軸方向に比べて多いため、レンズ系の像面湾曲が生じやすいが、開口位置をz軸方向にずらすことによってこれを補正することができる。

【0020】—第3の実施の形態—

図4は本発明に係る欠陥検査装置の第3の実施の形態を示す図であり、図1と同一の部分には同一の符号を付した。上述した図1の装置では、電子ビームEB11～EB31を走査するための偏向器4a，4bをマスク3とレンズ5との間に配置したが、図4の装置では、偏向器4a，4bの代りに偏向器15をレンズ7と試料8との間に設けた。また、各レンズアパーチャ901～903を通過した2次電子に対応して、偏向器16がそれぞれ設けられる。17は偏向器15および16を制御する制御回路である。その他の構成は図1の装置と同様である。

【0021】偏向器15で電子ビームEB11～EB31を走査すると、試料8上の電子ビーム照射点位置、すなわ

ち2次電子の発生点位置が変化する。その結果、レンズアパーチャ901～903を通過した2次電子がマルチ開口板10の開口中心からずれてしまい、検出器M11～M31による検出効率に変化する。そのため、本実施の形態では、偏向器15の走査に同期して2次電子SE11～SE31を偏向器16で偏向し、レンズアパーチャ901～903を通過した2次電子がマルチ開口板10の開口中心に入射するように制御回路17によって制御される。そのため、電子ビームを走査した場合でも、検出効率の変化を低減することができる。

【0022】例えば、偏向器15の印加電圧を0(V)としたときに検出器M11～M31の出力が最大となる偏向器16の電圧を予め記憶する。また、偏向器15で電子ビームを走査する土の電圧に対して検出器M11～M31の出力が最大となる偏向器16の電圧を予め記憶しておく。そして、これらの記憶データに基づいて、偏向器15への印加電圧に対する偏向器16の印加電圧を制御する。

【0023】—第4の実施の形態—

図5は本発明に係る欠陥検査装置の第4の実施の形態を示す図であり、図1および4と同一の部分には同一の符号を付し、異なる部分を中心に説明する。18はレンズアパーチャ181，182，183を有するマルチレンズ、19は開口191，192，193を有するマルチ開口板であり、図1の装置のマルチレンズ9およびマルチ開口板10に対応している。しかし、マルチレンズ9およびマルチ開口板10は平面部材であって、検出器M11～M31も平面上に配設されたが、マルチレンズ18およびマルチ開口板19は試料8上の電子ビームEB21の照射点を中心とする球殻の一部を成しており、検出器M11～M31も電子ビームEB21の照射点を中心とする球面上に配設されている。さらに、マルチ開口板19の開口191，192，193は軸J11，J21，J31からずれた位置に形成されている。そのため、マルチレンズ18を通過した電子ビームEB11，EB21，EB31は、それぞれ偏向器16で偏向されることによって開口191，192，193の中心に入射する。

【0024】また、図1および図4の装置ではレンズアパーチャ901～903が平面上に配設されるため、レンズアパーチャ901はレンズアパーチャ903よりも試料8からの距離が大きくなり、その結果、レンズアパーチャ901の開口面積の方がレンズアパーチャ903より大きくなる。しかし、図5の装置では、レンズアパーチャ181～183が電子ビームEB21の照射点を中心とした球面上に配設されるため、レンズアパーチャ181および183の開口面積はほぼ等しくなる。

【0025】マルチレンズ18と偏向器16との間にはシールド20が設けられ、シールド20には2次電子SE11，SE21，SE31が通過するための開口201，202，203が形成されている。シールド20はマルチ

レンズ18およびマルチ開口板19と同様に非磁性金属で形成され、電子ビームEB21照射点を中心とする球殻の一部を成しており、偏向器16の電場をシールドしてマルチレンズ18のレンズ性能に影響を与えないようにしている。その他の構成については図1、4の装置と同様である。

【0026】本実施の形態では、マルチレンズ18およびマルチ開口板19が電子ビームの入射点を共通の中心とする球殻状であるため、マルチレンズ18とマルチ開口板19との間に形成される電場の等ポテンシャル面も同心球面になって電場による収差が生じず、2次電子を効率良く検出することができる。また、2次電子SE11～SE31はマルチレンズ18のレンズアパーチャ181～183に垂直に入射するので、すなわちマルチレンズ18のレンズ面に垂直に入射するのでマルチレンズ18による収差を小さくすることができる。さらに、シールド20によって偏向器16の電場をシールドしているためレンズアパーチャ181～183部分の電場への影響を無くすことができ、マルチレンズ18の収差を低減することができる。

【0027】ところで、欠陥検査を行う際には、2次電子を検出した方が良い場合と、試料に照射した電子ビームの反射電子を検出した方が良い場合とがある。本実施の形態の装置では、開口191～193を軸J11～J31からずらしているため、偏向器16により2次電子SE11～SE31をそれぞれ開口191～193の中心に導いたときには、偏向感度の低い反射電子は軸J11～J31方向に進み開口191～193に入射することがない。すなわち、2次電子を検出する場合には、上述したように反射電子を検出しないようにし、一方、反射電子を検出する場合には、反射電子が開口191～193に入射するように偏向器の電圧を偏向すれば良い。

【0028】上述した実施の形態では、電子ビームEB11～EB31について説明したが、その他の電子ビームEB12～EB36についても同様に成り立つ。また、荷電粒子線として電子ビームについて説明したが、電子ビームに限らず本発明を適用することができる。

【0029】上述した実施の形態と特許請求の範囲に記載した要素との対応において、マスク3はビーム形成手段を、偏光器4a、4b、15は荷電粒子線偏光器を、制御回路17は制御手段を、マルチレンズ9、18はマルチ電子レンズ装置を、偏向器16は電子偏向器を、レンズアパーチャ901～903、181～183は電子レンズをそれぞれ構成する。また、検出器M11～M31によってマルチ検出装置が構成される。

【0030】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、複数の荷電粒子線により試料上の異なる領域を同時に検査することができるので、検査精度を落とすことなく検査時間を大幅に短縮することができる。請求項3の発明

によれば、荷電粒子線を試料面に対して斜に照射しているため、検出器を配設するスペースを大きくすることができ、より多数の検出器を設けることができる。また、荷電粒子線の入射軸に対して鏡面反射条件を満たす軸上またはその近傍に検出器を設けたので、試料面からの電子の検出効率が良くなりS/N比が向上する。請求項4、5の発明によれば、試料上に照射される荷電粒子線の像のボケを低減することができ、検出感度が向上する。請求項7、8の発明によれば、試料面からの電子がレンズアパーチャによって集束されて検出器に入射するので電子検出効率が良くなりS/N比が向上する。請求項9の発明によれば、鏡面反射条件を満たす軸と荷電粒子線照射点とレンズアパーチャの中心とを通る軸との成す角度が大きいほど、レンズアパーチャの開口面積を大きくしたので、検出器の配設位置によらず電子検出量がほぼ同一となり、検出方向による検出量の差を低減できる。請求項10の発明によれば、荷電粒子線の走査によって荷電粒子線の照射位置が変化しても常に電子が検出器に入射するように電子偏向器によって偏向されるため、電子検出効率の変化を低減することができる。請求項11の発明によれば、シールドによってレンズアパーチャに対する電子偏向器の影響が低減するため、レンズアパーチャのレンズ収差を低減することができる。請求項12の発明によれば、より多くの荷電粒子線を使用する場合でも試料上でボケる荷電粒子線の数を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による欠陥検査装置の第1の実施の形態を説明する図であり、装置の概略構成図である。

【図2】試料から放出される2次電子および試料上の走査領域を説明する図であり、(a)は試料上の電子ビーム照射部分の拡大図、(b)は試料上に結像された電子ビームを示す図である。

【図3】本発明による欠陥検査装置の第2の実施の形態を説明する図。

【図4】本発明による欠陥検査装置の第3の実施の形態を説明する図。

【図5】本発明による欠陥検査装置の第4の実施の形態を説明する図。

【符号の説明】

- 1 電子銃
- 3 マスク
- 3a、101～103、191～193、201～203 開口
- 4a、4b、15、16 偏向器
- 5、7 レンズ
- 8 試料
- 9、18 マルチレンズ
- 10、19 マルチ開口板
- 11 保持台

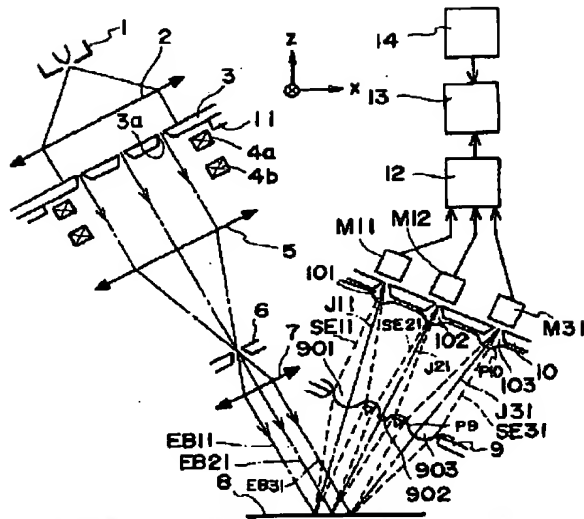
13

14

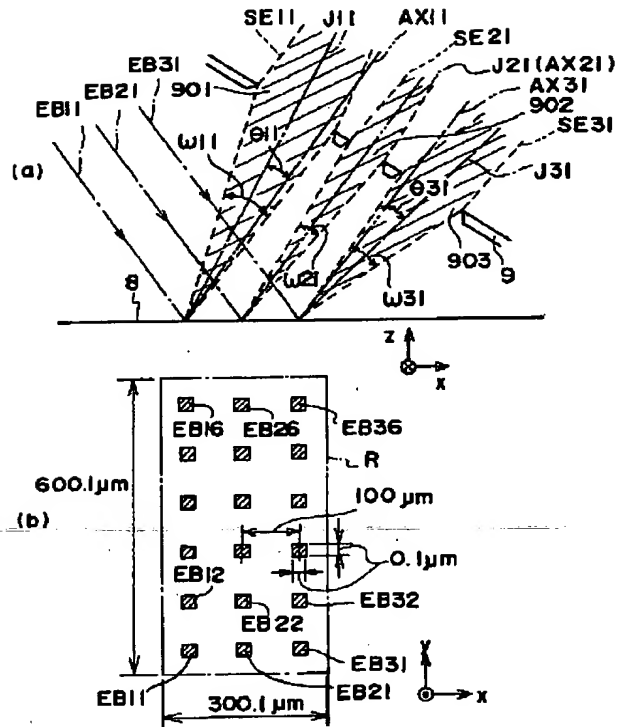
- 12 信号処理回路
13 比較回路
14 記憶部
17 制御回路

- 901~903, 181~183 レンズアパーチャ
EB11~EB36 電子ビーム
M11~M13 検出器
SE11~SE31 2次電子

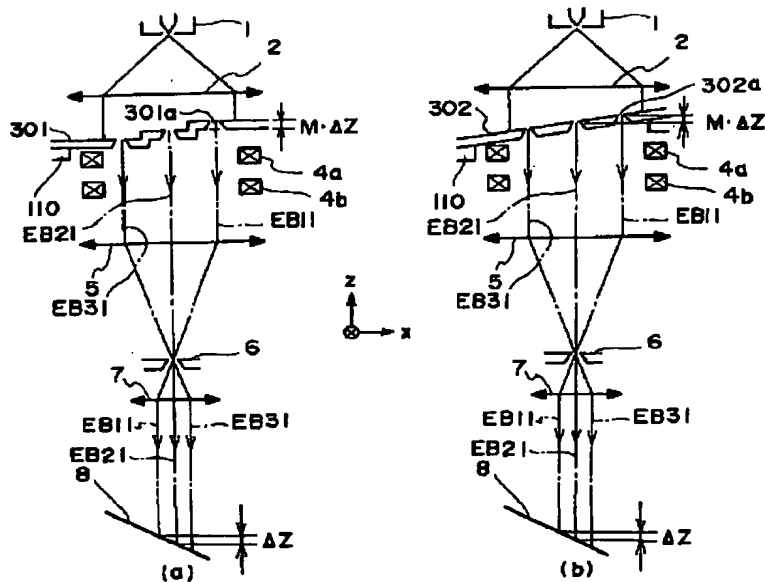
【図1】



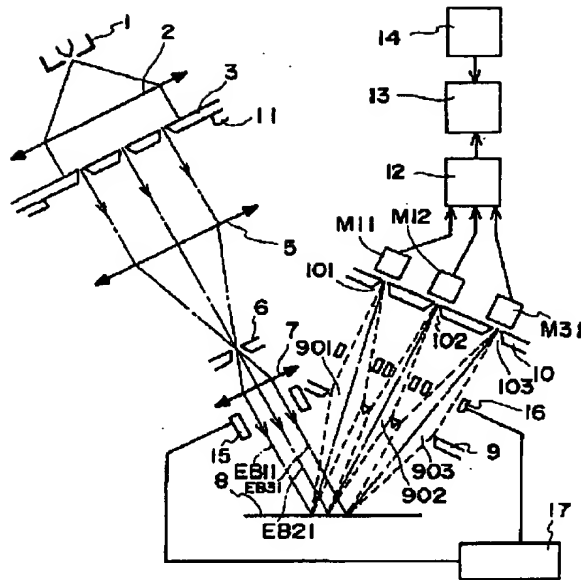
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

